نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص۳۴۹-۳۳۷

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 3, Fall 2020, p. 337-349

مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر سلنیوم به همراه ویتامین E بر عملکرد تولیدی، پاسخ ایمنی و متابولیت‌های خونی بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار

حسین احمدیان[1]- ذبیح اله نعمتی[2]*- امیر کریمی[3]- رشید صفری[3]- محمدرضا شیخلو[3]- مقصود بشارتی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثرات توأم منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر عملکرد، خصوصیات کیفی، سیستم ایمنی و متابولیت‌های خونی بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار انجام شد. تعداد ۱۴۴ قطعه پرنده بلدرچین ماده در قالب طرح کاملاً تصادفی در بین ۳ تیمار با ۴ تکرار و ۱۲ قطعه در هر تکرار توزیع شد. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه (بدون افزودنی) و دو منبع سلنیوم آلی (سلپلکس) و معدنی (سلنیت سدیم) همراه با ۱۲۰ میلی‌گرم ویتامین E در کیلوگرم جیره بود که هر کدام از منابع به میزان ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره غذایی سلنیوم تامین کرد. نتایج نشان‌داد میانگین وزن-تخم، درصد تخم‌گذاری و ضریب تبدیل‌غذایی در مقایسه با گروه کنترل تحت تأثیر منابع آلی و معدنی سلنیوم قرار نگرفت. پرندگان دریافت‌کننده جیره-غذایی حاوی سلنیوم‌آلی به همراه ویتامین E در مقایسه با سایر تیمارها مصرف خوراک پایین‌تر داشتند و ضریب تبدیل غذایی آن‌ها از نظر عددی کاهش و تمایل به معنی داری داشت. سلنیوم‌آلی به همراه ویتامین E در جیره‌غذایی سبب بهبود ارتفاع‌سفیده، واحد هاو، pH زرده و شاخص‌زرده در مقایسه با گروه شاهد شد. صفات کیفی تخم شامل شاخص‌زرده و سطح‌پوسته در گروه سلنیوم‌معدنی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌دار نشان‌داد. غلظت سلنیوم‌زرده در گروه های سلنیوم‌آلی و معدنی به همراه ویتامین E نسبت به گروه شاهد افزایش نشان شد که از لحاظ تغذیه‌ای بهتر است. میزان کلسترول‌کل و تری‌گلیسیرید‌خون تحت تأثیر تیمارهای‌آزمایشی قرارنگرفت. میزان مالونیل‌دی‌آلدهید در زرده تخم‌های ذخیره‌شده در گروه شاهد بیش‌ترین و در گروه حاوی سلنیوم‌آلی کمترین مقدار بود. می‌توان نتیجه گرفت افزودن سلنیوم آلی در مقایسه با سلنیوم‌معدنی در افزایش سلنیوم زرده و حفظ کیفیت تخم بلدرچین در طول دوره ذخیره‌سازی موثرتر است.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین ژاپنی، کیفیت تخم، سلپلکس، سلنیت سدیم، متابولیت خون.

مقدمه

افزودن عناصر معدنی کمیاب در جیره غذایی حیوانات برای حفظ سلامتی، عملکرد مناسب بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی و تولید محصول غذایی با کیفیت بالا ضروری است. یکی از مواد معدنی کم نیاز برای طیور سلنیوم می‌باشد (۴۵). سلنیوم یک عنصر ضروری در تغذیه طیور و به عنوان بخشی از سلنوپروتئین‌ها و بخش فعال آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز بوده که سلول‌ها را از آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد و پراکسید چربی‌ها محافظت می‌کند (۴۰ و ۴۵). مکمل‌های سلنیوم به دو شکل معدنی (مانند سلنیت سدیم) و آلی (مانند سلپلکس، سلنومتیونین) در خوراک طیور مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۰). تحقیقات نشان می‌دهد که منابع آلی سلنیوم در مقایسه با منابع معدنی به مراتب کارایی بیشتری بر عملکرد دارند (۱۲) و موجب ذخیره مقادیر بیشتری از سلنیوم در تخم مرغ و بهبود صفات کیفی تخم می‌شوند (۲۰ و ۳۴). همچنین در مطالعات دیگری مکمل سازی جیره مرغ تخم گذار با منابع مختلف سلنیوم (۰/۱۶ گرم در کیلوگرم) موجب حفظ واحد هاو در تخم‌های تجاری انباری شد (۲، ۱۶ و ۳۰) و در فرم آلی سلنیوم، بیش‌ترین میزان سلنیوم در تخم گزارش شده است (۸ و ۳۱).

کلسترول یکی از ترکیبات اصلی تشکیل دهنده غشاء سلولی و لیپوپروتئین‌های خون است که در سنتز ویتامین D در پوست، هورمون‌های تستوسترون و استرادیول نقش داشته و نقش فعالی نیز در فرایندهای پاتولوژیکی به صورت عاملیت در ایجاد آترواسکلروز

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
۲-دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
(*- ایمیل نویسنده مسئول: znnemati@yahoo.com, znemati@tabrizu.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i3.74681

شریانی و بیماری‌های عروقی قلب، عروق کرونر و عروق محیطی دارد. گزارشات متفاوتی در رابطه با تأثیر انتی اکسیدان‌ها بر میزان کلسترول و تری گلیسرید خون در طیور منتشر شده است. نتایج برخی تحقیقات نشان داد ویتامین E کاهش میزان کلسترول خون را به همراه داشت (۲۱). در حالی که برخی دیگر از محققان اثرات توأم ویتامین E و سلنیوم را بر افزایش میزان کلسترول و تری گلیسرید خون را معنی‌دار گزارش کردند (۴۹). مهم‌ترین مکانیسم تأثیرگذار سلنیوم بر غلظت لیپیدهای سرم، اثر سلنیوم بر میزان فعالیت *HMG-COA* ردوکتاز در کبد است که کنترل کننده میزان بیوسنتز کلسترول است بطوریکه افزایش میزان فعالیت آنزیمی *HMG-COA* ردوکتاز در کبد عامل هیپوکلسترولمی در موش‌های دارای کمبود سلنیوم است (۴۱) ویتامین E یک آنتی اکسیدان بین سلولی و ویتامین محلول در چربی به عنوان اولین خط دفاعی عمل کرده و از آسیب رادیکال‌های آزاد به اسیدهای چرب غیر اشباع با پیوند دوگانه جلوگیری می‌کند. سلنیوم هم به عنوان بخشی از آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز به عنوان دومین خط دفاعی با تخریب پراکسیدهای سلولی از تشکیل رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کند (۴۴). محققان دریافته‌اند که گنجاندن ویتامین E در جیره، اکسیداسیون اسیدهای چرب بلند زنجیره موجود در زرده تخم (۱۸) و گوشت غاز (۲۸) را محدود می‌کند. مکمل‌سازی سلنیوم در جیره غلظت سلنیوم در تخم را افزایش داده و موجب حفظ بیشتر کیفیت داخلی تخم در دوره‌های مختلف نگهداری می‌شود (۴۰). منابع محدودی در خصوص تأثیر توأم منابع آلی و معدنی سلنیوم به همراه ویتامین E، بر عملکرد بلدرچین وجود دارد. با توجه به روند افزایشی پرورش بلدرچین و تقاضای مصرف‌کنندگان نسبت به محصولات این پرنده این آزمایش با هدف بررسی تأثیر منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E، بر عملکرد، کیفیت تخم بلدرچین، سیستم ایمنی و برخی فراسنجه‌های خونی، انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۱۴۴ قطعه بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار در سن ۶ هفتگی بر اساس وزن بدن و تولید تقریباً یکسان انتخاب، و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ پرنده در هر تکرار به مدت ۸ هفته مورد بررسی قرار گرفتند. جیره‌های آزمایشی شامل ۱- شاهد (بدون افزودنی)، ۲-سلنیت سدیم به میزان ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به همراه ۱۲۰ میلی‌گرم ویتامین E در کیلوگرم جیره غذایی و ۳-سلپلکس به میزان ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به همراه ۱۲۰ میلی-گرم ویتامین E در کیلوگرم جیره غذایی بود. جیره آزمایشی بر اساس نیازهای تغذیه‌ای بلدرچین ژاپنی توصیه شده توسط انجمن ملی آمریکا (۱۴) و بر اساس ذرت‌سویا، تنظیم و در اختیار پرندگان آزمایشی قرار گرفت شد (جدول ۱). برنامه نوردهی سالن شامل ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. وزن تخم، مصرف خوراک، درصد تولید، ضریب تبدیل غذایی و مجموع توده تخم به عنوان شاخص‌های عملکرد تولیدی، در پایان هر هفته از دوره آزمایش اندازه‌گیری شدند. در پایان هفته‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ این مطالعه از هر واحد آزمایشی ۶ عدد تخم بلدرچین به طور کاملاً تصادفی انتخاب و جهت اندازه‌گیری خصوصیات کیفی تخم که شامل: شاخص شکل، ارتفاع سفیده، واحد هاو، مقیاس رنگ زرده، اندیس زرده، ضخامت پوسته، وزن پوسته، سطح تخم و وزن مخصوص بودند، شکسته شدند. همچنین در پایان هفته هشتم آزمایش تعداد ۱۲ عدد تخم از هر واحد آزمایشی جمع آوری و در دماهای (۵ و ۲۲ درجه سلسیوس) به مدت ۳۰ روز برای اندازه‌گیری میزان پراکسیداسیون چربی‌های زرده تخم نگهداری شدند.

واحد هاو با استفاده از دستگاه سه‌پایه و از طریق رابطه ۱ (۱۹) و شاخص زرده از طریق اندازه‌گیری ارتفاع و عرض زرده توسط کولیس دیجیتالی (مدل Mitutoyo) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و از طریق رابطه ۲ محاسبه گردید. همچنین شدت رنگ زرده توسط مقیاس رش تخمین زده شد و جهت اندازه‌گیری شاخص شکل تخم، طول و عرض تخم با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و از طریق رابطه ۳ محاسبه شد. پوسته‌های تخم بلدرچین آنالیز شده پس از خشک شدن در دمای اتاق، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن‌کشی و وزن مخصوص (۲۲)، درصد، سطح و استحکام پوسته (۳)، از طریق رابطه‌های ۴ الی ۷ محاسبه گردید.

رابطه ۱:

واحد هاو =۱۰۰× Log (ارتفاع سفیده – ۱/۷ (وزن تخم) $^{۰/۳۷}$ + ۷/۵۷)

رابطه ۲:

شاخص زرده= (ارتفاع زرده / عرض زرده) ×۱۰۰

رابطه ۳:

شاخص شکل تخم = (عرض تخم میلی‌متر / طول تخم) ×۱۰۰

رابطه ۴:

وزن مخصوص = وزن تخم /((۰/۹۶۸ × وزن تخم – ۰/۴۷۵۹ × وزن پوسته)

رابطه ۵:

درصد وزن پوسته = (وزن پوسته / وزن تخم بلدرچین) ×۱۰۰

رابطه ۶:

سطح پوسته = ۳/۹۷۸۲ × وزن تخم بلدرچین

رابطه ۷:

استحکام پوسته = میلی‌گرم وزن پوسته / میلی‌متر سطح آن

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره غذایی بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار

Table 1- Ingredients and composition of laying Japanese quail diet

اجزاء Ingredients	درصد Percent	ترکیبات شیمیایی جیره Diet Chemical composition	
ذرت Corn	58.9	انرژی متابولیسمی (کیلوکالری/کیلوگرم) Metabolizible energy (kcal/kg)	2900
کنجاله سویا Soybean meal	30	پروتئین خام (درصد) Crude Protein (%)	18
روغن سویا Soybean oil	3.2	کلسیم (درصد) Calcium (%)	2.5
دی کلسیم فسفات DCP	1.2	فسفر قابل دسترس (درصد) Available phosphorus (%)	0.6
کربنات کلسیم Calcium carbonate	5.7	سدیم (درصد) Sodium (%)	0.15
متیونین Methionine	0.2	لیزین (درصد) Lysine (%)	1.08
نمک Common salt	0.2	متیونین (درصد) Methionine (%)	0.47
بی کربنات سدیم $NaHCO_3$	0.1	متیونین+ سیستین (درصد) Methionine + Cysteine (%)	0.74
مکمل ویتامینی[1] Vitamin supplement[1]	0.25		
مکمل معدنی[2] Mineral supplement[2]	0.25		

[1] در هر کیلوگرم جیره تامین می‌کند: رتینول ۹۰۰۰ واحد بین المللی، کوله‌کلسیفرول ۲۰۰۰ واحد بین المللی، آلفاتوکوفرول ۱۸ واحد بین المللی، منادیون ۲ میلی‌گرم، تیامین ۱/۸ میلی‌گرم، ریبوفلاوین ۶/۱۵ میلی‌گرم، نیکوتنیک اسید ۳۰ میلی‌گرم، پانتوتنیک اسید ۱۰ میلی‌گرم، پیریدوکسین ۳ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۱ میلی‌گرم، اسید فولیک ۱ میلی‌گرم و کوبالامین ۰/۰۱۵ میلی‌گرم.

[1] Provided in kg of diet: Retinol 9000 IU, Cholecalciferol 2000 IU, Alpha tocopherol 18 IU, Menadione 2 Mg, Thiamine 1.8 Mg, Riboflavin 6.15 Mg, Niacin 30 Mg, Pantothenic acid 10 Mg, Pyridoxine 3 Mg, Biotin 0.1 Mg, Folic acid 1 Mg, Cobalamin 0.015 Mg.

[2] در هر کیلوگرم جیره تامین می‌کند: ید(یدید پتاسیم): ۰/۷۶ میلی‌گرم، مس (سولفات مس): ۶/۳۶ میلی‌گرم، (آهن) سولفات آهن: ۲۵/۱۲ میلی‌گرم، سلنیوم (سلنیت سدیم): ۰/۱ میلی‌گرم، (منگنز) سولفات منگنز: ۲۵/۵۰ میلی‌گرم.

[2] Provided in kg of diet: Iodine (KI), 0.76 mg; Copper (Copper sulfate), 6.36 mg; Iron (Iron sulfate), 25.12 mg; Selenium (Sodium selenite), 0.1 mg; Manganese (Manganese sulfate) 32.50 mg.

به منظور بررسی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر میزان تحریک سیستم ایمنی سلولی در هفته آخر دوره پرورش، تعداد ۲ پرنده از هر واحد آزمایشی انتخاب و محلول فیتوهماگلوتینین به میزان ۰/۱ میلی‌لیتر توسط سرنگ انسولین به پرده پای چپ بلدرچین‌ها تزریق شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات سالین به عنوان شاهد به پرده پای راست پرندگان آزمایشی تزریق گردید. در زمان‌های ۸، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تزریق، پاسخ حساسیت پوست توسط یک کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی اثر افزودن منابع مختلف سلنیوم و ویتامین E بر میزان تکثیر لنفوسیت‌های T در سیستم ایمنی سلولی، اختلاف ضخامت پای چپ، قبل و بعد از تزریق به عنوان معیار سنجش در نظر گرفته شد. میانگین اختلاف ایجاد شده، به عنوان شاخص تحریک در نظر گرفته شد (۲۷). همچنین در پایان دوره نگهداری تخم بلدرچین به مدت ۳۰ روزه در شرایط دمایی مختلف میزان پراکسیداسیون چربی‌های زرده اندازه‌گیری شد. برای این منظور از روش ارائه شده توسط فاستمن و همکاران (۱۵) با اندکی تغییرات استفاده شد. آزمایش تیوباربیتوریک اسید بر اساس مقدار جذب نوری کمپلکس صورتی رنگ حاصل از واکنش یک مولکول مالونیل دی آلدهید (محصول اصلی تجزیه هیدروکسیدهای چربی) با دو مولکول تیوباربیتوریک اسید استوار است، به بدین منظور ۲ گرم نمونه زرده همگن شده با ۵ میلی لیتر تری‌کلرواستیک اسید ۲۰ درصد و ۴ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۳۰ ثانیه به وسیله دستگاه هموژنایزر مدل (IKA T-25) هموژنیزه گردید، سپس توسط دستگاه سانتریفیوژ مدل (UNIVERSAL HITECH-320R) به مدت ۲۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردید. از محلول حاصل، ۲ میلی لیتر برداشته شد و با ۲ میلی لیتر ۲-

تیوباربیتوریک اسید ۰/۰۲ مولار ترکیب گردید. سپس به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد حمام آبی قرار گرفته و پس از خروج از حمام آبی و سرد شدن محلول، توسط دستگاه اسپکتوفتومتری مدل (JENWAY-6405) در طول موج ۵۳۲ نانومتر، میزان مالونیل دی آلدهید قرائت گردید.

در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل داده ها از طرح کاملاً تصادفی و رویه GLM نسخه ۹ نرم افزار SAS (۳۹) استفاده شد. میانگین تیمارهای آزمایشی به روش آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. مدل آماری طرح به صورت رابطه ۸ است.

رابطه ۸: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

که در آن μ = میانگین کل صفت، T_i= اثر تیمار آزمایشی i و e_{ij} = اثر تصادفی اشتباه آزمایشی می باشد

نتایج و بحث

تأثیر افزودن منابع آلی و معدنی سلنیوم به همراه ویتامین E در جیره غذایی بر عملکرد بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار در کل دوره آزمایشی در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد میانگین وزن تخم، درصد تولید تخم و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه کنترل تحت تأثیر منابع سلنیوم آلی و معدنی قرار نگرفت (p>۰/۰۵). عدم تأثیرگذاری منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر صفات عملکرد وزن تخم، درصد تولید تخم و ضریب تبدیل غذایی با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (۱، ۳۳ و ۴۰). مقادیر مشابهی از ویتامین E و سلنیوم در جیره مرغ‌های تخم‌گذار مادر اثر قابل توجهی بر میزان تخم‌گذاری در طی ۲۵ هفته اعمال جیره نداشت (۴۶). همچنین در مطالعه دیگر نیز با افزودن سطوح مختلف ویتامین E در جیره تأثیر قابل توجهی را بر میزان درصد تخم‌گذاری گزارش نکردند (۴۲). بر خلاف نتایج بدست آمده در این مطالعه، نتایج تحقیقات برخی محققین نشان می‌دهد افزودن ۰/۳ میلی گرم سلنیوم آلی در کیلوگرم جیره غذایی سبب افزایش وزن تخم مرغ می‌شود (۳۱). مکمل سازی جیره غذایی با سلنیوم معدنی به همراه ویتامین E در مقایسه با گروه کنترل و سلنیوم آلی به همراه ویتامین E سبب بهبود وزن توده تخم در کل دوره آزمایش شد (p<۰/۰۵) ولی از لحاظ دیگر صفات عملکردی در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت که با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (۷ و ۲۳). پرندگان دریافت کننده جیره غذایی حاوی سلنیوم آلی به همراه ویتامین E در مقایسه با سایر تیمارها سبب کاهش مصرف خوراک شد (p<۰/۰۵) و ضریب تبدیل غذایی تنها از نظر عددی کاهش و تمایل به معنی داری داشت (p<۰/۱). به طور مشابه در مطالعه ای با افزایش سلنیوم در جیره غذایی جوجه گوشتی مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی کاهش داشت (۱۳).

جدول ۲- اثر مکمل سازی جیره با منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر خصوصیات عملکردی بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار (۱۶-۸ هفتگی)

Table 2- Effect of diet supplementation with different sources of selenium plus vitamin E on the performance characteristics of Japanese quail (8-16wk)

صفات عملکرد[1] Performance[1] characteristics	جیره‌های آزمایشی Experimental diets Control	SS*	Sel-plex**	SEM	P-value
مصرف خوراک (پرنده/روز/گرم) Feed intake (g/b/d)	30.67^a	30.67^a	27.35^b	0.8482	0.03
میانگین وزن تخم (گرم) Egg Weight (g)	12.54	13.23	12.92	0.2049	0.10
درصد تخم‌گذاری Egg production (%)	81.25^{ab}	89.86^a	79.07^b	2.7630	0.04
گرم تخم تولیدی (پرنده/روز/گرم) Egg mass (g/b/d)	10.19^b	11.82^a	10.21^b	0.3910	0.02
ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio	3.04	2.59	2.67	0.1401	0.10

[1]در هر ردیف، میانگین‌هایی دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

* شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلنات سدیم در کیلوگرم جیره غذایی.

** شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلپلکس در کیلوگرم جیره غذایی.

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

*Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet sodium selenite.

**Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet Sel-plex.

با توجه به نقش سلنیوم در افزایش متابولیسم هورمون‌های تیروییدی کارکرد آن در رشد و نمو طبیعی بدن حائز اهمیت است (۵). بنابراین فعال سازی هورمون تیروییدی به واسطه افزایش سلنیوم بدن می‌تواند دلیل احتمالی کاهش میزان مصرف خوراک و تمایل به معنی داری ضریب تبدیل غذایی باشد (۱۳). سلنیوم و ویتامین E از عوامل مهم ظرفیت آنتی اکسیدانی بدن هستند بنابراین احتمالا نبود استرس در شرایط انجام این آزمایش دلیل عدم تغییر در صفات عملکردی و میزان میانگین وزن تخم و ضریب تبدیل غذایی است بطوریکه در آزمایشی افزودن ویتامین E به میزان ۲۰، ۶۰ و ۱۲۰ واحد بین المللی در خوراک مرغ تخم‌گذار تحت تنش گرمای موجب بهبود مصرف خوراک شده است (۲۳). در تحقیق دیگر افزودن ۶۰ میلی گرم ویتامین E در جیره مرغ تخم‌گذار تحت تنش گرمای ۳۴ درجه سانتیگراد سبب حفظ تولید آن‌ها در مقایسه با دمای ۲۱ درجه سانتیگراد شد (۲۳).

اثر منابع آلی و معدنی سلنیوم بر خصوصیات کیفی تخم در کل دوره آزمایش در جدول ۳ و۴ نشان داده شده است. افزودن سلنیوم آلی در جیره سبب بهبود ارتفاع سفیده، واحد هاو، pH زرده و شاخص زرده در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی داری را نشان داد (p<۰/۰۵). از لحاظ صفات کیفی تخم تنها شاخص زرده و سطح پوسته در گروه سلنیوم معدنی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی دار نشان داد (p<۰/۰۵). نتایج این آزمایش در رابطه با بهبود ارتفاع سفیده و واحد هاو با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (۴ و ۹). سایر صفات کیفی تخم، از جمله شاخص شکل، وزن مخصوص، درصد سفیده، زرده و پوسته، استحکام و ضخامت پوسته تخم بلدرچین در سن ۲۸ هفتگی تحت تأثیر منابع مختلف سلنیوم قرار نگرفت (p>۰/۰۵). بر خلاف برخی نتایج این آزمایش برخی محققان گزارش کردند، افزودن سلنیوم توام با ویتامین E به ترتیب به میزان ۰/۳ و ۱۵۰ میلی گرم به جیره غذایی بلدرچین تخم‌گذار تاثیری بر کیفیت تخم نداشت (۱۲ و ۳۷). همچنین تغذیه مرغان مادر گوشتی با سلنیوم آلی به همراه اسید چربی غیر اشباع تاثیری بر استحکام پوسته، pH سفیده، وزن سفیده و پوسته تخم مرغ نشان نداد (۳۰). ارتفاع سفیده و واحد هاو از جمله شاخص‌های اصلی کیفیت تخم پرندگان می‌باشد. واحد هاو از طریق اندازه گیری ارتفاع سفیده اطراف زرده و وزن تخم مرغ محاسبه می‌شود. نتایج این آزمایش حاکی از آن است که منبع آلی سلنیوم (سلپلکس) در جیره غذایی بلدرچین‌های ژاپنی سبب افزایش معنی دار بیشتری در ارتفاع سفیده و واحد هاو در مقایسه با منبع معدنی سلنیوم و گروه شاهد شد (p<۰/۰۵).

جدول ۳- اثر مکمل سازی جیره با منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر درصد زرده، سفیده و پوسته، رنگ و شاخص زرده، pH زرده و سفیده تخم بلدرچین ژاپنی

Table 3- Effect of diet supplemented with different sources of selenium plus vitamin E on the percentage of yolk, albumen and shell, yolk index and yolk and albumen pH in Japanese quail eggs

خصوصیات کیفی Qualitative characteristics	جیره‌های آزمایشی Experimental diets			SEM	P-value
	control	SS*	Sel-plex**		
شاخص زرده Yolk index	0.4420^{b}	0.5060^{a}	0.5107^{a}	0.0101	0.0016
رنگ زرده (رش) Yolk color (Rosh)	4.87	5.04	5.00	0.0651	0.2245
pH زرده Yolk pH	6.02^{b}	6.01^{b}	6.06^{a}	0.0116	0.0342
pH سفیده Albumen pH	9.07^{ab}	8.97^{b}	9.12^{a}	0.0413	0.0765
درصد زرده Yolk percentage	31.74	31.58	31.79	0.6606	0.9732
درصد سفیده Albumen percentage	60.67	60.73	60.44	0.9564	0.7177
درصد پوسته Shell percentage	7.58	7.67	7.75	0.1542	0.7433

[1] در هر ردیف، میانگین‌هایی دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

* شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلنات سدیم در کیلوگرم جیره غذایی

** شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلپلکس در کیلوگرم جیره غذایی

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

*Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet sodium selenite.

** Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet Sel-plex

جدول ٤- اثر مکمل سازی جیره با منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر خصوصیات کیفی سفیده و پوسته و شاخص شکل تخم بلدرچین ژاپنی

Table 4- Effect of diet supplemented with different sources of selenium plus vitamin E on the qualitative characteristics of albumen and shell and shape index in Japanese quail eggs

خصوصیات کیفی Qualitative characteristics	جیره‌های آزمایشی Experimental diets			SEM	P-value
	control	SS*	Sel-plex**		
ارتفاع سفیده (میلی متر) Albumen height (mm)	4.05[b]	4.32[ab]	4.64[a]	0.1223	0.0244
واحد هاو Haugh unit	86.06[b]	87.20[ab]	89.59[a]	0.7801	0.0299
نسبت زرده به سفیده Yolk / Albumen	0.5230	0.5200	0.5277	0.0171	0.9497
وزن‌مخصوص (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Egg specific Weight (g/cm^3)	1.0732	1.0732	1.0740	0.0007	0.7382
ضخامت پوسته (میلی‌متر) Shell thickness (mm)	0.2010	0.2120	0.2100	0.0042	0.2014
استحکام پوسته (گرم در سانتی‌متر مربع) Shell Strength (g/cm^2)	19.06	19.29	19.49	0.3878	0.7431
سطح پوسته (سانتی متر مربع) Shell surface (cm^2)	50.77[b]	53.53[a]	50.14[b]	0.6634	0.0125
شاخص شکل تخم Egg shape index	77.72	78.97	78.33	0.6980	0.4791

[۱] در هر ردیف، میانگین‌هایی دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

* شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلنات سدیم در کیلوگرم جیره غذایی

** شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلپلکس در کیلوگرم جیره غذایی

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

*Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet sodium selenite.

plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet Sel-plex Control **

مشابه نتایج آزمایش حاضر افزودن سلنیوم آلی به میزان ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم سبب بهبود کیفیت سفیده و پوسته تخم مرغ شده است (۳۱). سلنیوم احتمالاً با تأثیر بر افزایش غلظت کلسیم در پلاسما و بهبود عملکرد غدد پوسته ساز، موجب بهبود خصوصیات کیفی پوسته می‌شود. در زمان اوج تولید تخم مرغ و پس از آن مقدار اسید چرب ایکوزاپنتانوئیک در زرده تخم مرغ به طور طبیعی زیاد می‌شود. این اسید چرب دارای چند باند دوگانه است و اکسیداسیون چربی‌ها و پروتئین‌ها را به دنبال خواهد داشت که این عمل باعث کاهش واحد هاو می‌شود. ویتامین E با حذف یا تبدیل رادیکال‌های پراکسیل اسیدهای چرب به هیدروکسیدهای کم خطرتر، واکنش‌های پراکسیداسیون را کاهش داده و در نتیجه به بهبود واحد هاو کمک می‌کند (۳۰).

تأثیر منابع مختلف سلنیوم و ویتامین E در جیره بر میزان غلظت سلنیوم زرده تخم بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار در جدول ۵ آمده است. تجزیه‌داده‌ها نشان داد، افزودن منابع آلی و معدنی سلنیوم به جیره موجب افزایش معنی‌دار غلظت سلنیوم در زرده نسبت به گروه شاهد گردید (p<۰/۰۱). بیش‌ترین میزان افزایش سلنیوم زرده در گروه سلنیوم آلی (۲/۰۶) در مقایسه با گروه شاهد (۰/۳۶۳) و سلنیوم معدنی (۱/۳۱) مشاهده شد (p<۰/۰۱). تحقیقات نشان داد افزودن منابع مختلف سلنیوم (۰/۴ میلی‌گرم سلنیت سدیم، ۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم سلپلکس) به همراه ویتامین E در جیره بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار، موجب افزایش بیشتر میزان سلنیوم در زرده و سفیده تخم شده و جیره حاوی سلپلکس بیش‌ترین ابقاء سلنیوم را در تخم به خود اختصاص داده است (۲۴). همچنین محققان در مطالعه دیگری با افزودن سطوح مختلفی از سلنیت سدیم و سلپلکس به جیره مرغ‌های تخم‌گذار، ابقاء سلنیوم بیشتر در تخم را در همه تیمارهای حاوی سلنیوم در مقایسه با گروه شاهد گزارش کرده‌اند (۱). به نظر می‌رسد دلیل افزایش میزان سلنیوم در زرده تخم بلدرچین‌های تغذیه شده با سلپلکس، فرایند جذب روده‌ای منابع آلی سلنیوم باشد. برخی محققان معتقدند که فرایند جذب سلنیوم آلی مشابه فرایند جذب متیونین در روده بوده و به شکل فعال جذب می‌شوند و به طور موثرتری در ساختمان پروتئین‌ها شرکت کرده و بدون واسطه وارد پروتئین تخم می‌شوند. این در حالی است که منابع معدنی سلنیوم به طور غیر فعال در بدن جذب شده و مقادیر اضافی آن‌ها دفع می‌گردد (۴۴ و ۴۷).

اثر افزودن منابع سلنیوم آلی و معدنی به جیره بر شاخص اکسیداسیون چربی یا میزان مالونیل‌دی‌آلدهید زرده تخم نگهداری شده در شرایط دمایی مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. مکمل سازی جیره با منابع مختلف سلنیوم به همراه سطح بالای ویتامین E (۱۲۰ میلی گرم در کیلوگرم) سبب کاهش غلظت مالونیل-دی‌آلدهید زرده تخم‌های بلدرچین نگهداری شده به مدت ۳۰ روز در هر دو دمای ۵ و ۲۲ درجه سانتی‌گراد، نسبت به گروه شاهد شد بطوریکه کمترین میزان غلظت مالونیل‌دی‌آلدهید مربوط به گروه سلنیوم آلی بود (p<۰/۰۱). همچنین اختلاف معنی‌داری در میزان غلظت مالونیل‌دی‌آلدهید زرده بین منابع آلی و معدنی سلنیوم وجود داشت (p>۰/۰۵). میزان مالونیل‌دی‌آلدهید زرده نگهداری شده در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد در مقایسه با دمای ۵ درجه تقریبا دو برابر بود و میزان اکسیداسیون چربی زرده تحت تاثیر منفی با دمای نگهداری قرار گرفت.

جدول ۵- اثر مکمل سازی جیره با منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر مقدار پراکسیداسیون چر بی و غلظت سلنیوم زرده تخم بلدرچین ژاپنی در مدت ۳۰ روز انبارداری در شرایط دمایی مختلف

Table 5- Effect of diet supplemented with different sources of selenium plus vitamin E in different storage temperature for 30 days on the amount of fat peroxidation and selenium concentration in egg yolk of Japanese quail.

جیره‌های آزمایشی Experimental diets	غلظت مالونیل دی آلدهید زرده (میلی‌گرم در گرم) Yolk malondialdehyde concentrations (mg/g) نگهداری در (۳۰ روز – $5^{\circ}C$) Stored at (5° C -30 d)	نگهداری در (۳۰ روز – $22^{\circ}C$) Stored at (22° C - 30 d)	غلظت سلنیوم زرده (میلی‌گرم در کیلوگرم) Yolk selenium concentration (mg/kg)
شاهد Control	0.1807[a]	0.2833[a]	0.3630[c]
سلنیت سدیم* Sodium selenite*	0.0663[b]	0.1473[b]	1.3100[b]
سلپلکس** Sel-plex*	0.0443[c]	0.0856[c]	2.0645[a]
سطح احتمال P-value	0.0001	0.0001	0.0001
معیار اشتباه آزمایشی SEM	0.0022	0.0084	0.653

[1] در هر ستون، میانگین‌هایی دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

* شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلنات سدیم در کیلوگرم جیره غذایی

** شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلپلکس در کیلوگرم جیره غذایی

[1]Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

*Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet sodium selenite.

** Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet Sel-plex

محققین گزارش کردند که افزودنی سلنیوم و ویتامین E به صورت توام سبب افزایش ثبات اکسیداتیو چربی‌های زرده تخم مرغ می‌شود که با نتایج گزارش حاضر مطابقت دارد (۱۷ و ۳۲). تعادل بین سلنیوم و ویتامین E موجب افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز شده و ویتامین E به عنوان یک ویتامین محلول در چربی از اکسیداسیون چربی‌های غشاء سلولی جلوگیری کرده و موجب کاهش حساسیت اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره زرده به فساد اکسیداتیو در دوره نگهداری شده است (۲۹، ۴۰ و ۴۳). هر چند بر خلاف نتایج این آزمایش، در تحقیقی افزودن ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آلفا توکوفریل استات در جیره غذایی سبب افزایش میزان پروکسیداسیون چربی‌های زرده تخم مرغ‌های نگهداری شده به مدت ۶ ماه شده است (۱۸).

نتایج افزودن منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر متابولیت های خونی در جدول ۶ آمده است. نتایج نشان داد منبع آلی سلنیوم به همراه ویتامین E سبب افزایش معنی دار شاخص آنتی اکسیدانی خون نسبت به گروه شاهد شد (p<۰/۰۵). منبع معدنی سلنیوم به همراه ویتامین E تنها از لحاظ عددی شاخص آنتی اکسیدانی خون را افزایش و تفاوت بین منابع سلنیوم معنی دار نشد. مشابه نتایج آزمایش حاضر، افزودن ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ویتامین E به همراه ۰/۳ میلی‌گرم سلنیوم آلی در جیره بلدرچین

ژاپنی، موجب افزایش آنتی اکسیدان کل خون شده است (۳۸). اما در بررسی دیگری، افزودن ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم آلی یا معدنی، اثر معنی‌داری بر افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار نداشته است (۱۱). دلیل افزایش آنتی‌اکسیدان کل به واسطه افزودن سلنیوم در جیره را ابقاء بیشتر ویتامین E در پلاسما و کاهش هیدروپروکسیدازها و افزایش آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز مربوط می‌دانند (۲۵). همچنین سلنیوم بخش جدایی ناپذیر آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز می‌باشد و به همراه ویتامین E سلول‌ها را اکسیداسیون محافظت می‌کند.

تیمارهای آزمایشی تاثیری بر کلسترول و تری گلیسرید خون نداشت (p>۰/۰۵) و مقدار آن‌ها را تنها از لحاظ عددی افزایش داد. بر خلاف نتایج آزمایش حاضر افزودن سطوح مختلف ویتامینE و سلنیوم موجب افزایش تری‌گلیسرید خون بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار شده است (۱). برخی محققان بر این عقیده‌اند که کاهش VLDL، کلسترول و تری گلیسرید در موش‌های صحرایی به دنبال سطوح تغذیه ای سلنیوم، حاصل افزایش احتمالی فعالیت فسفولیپید هیدروپروکسید گلوتاتیون پراکسیداز در احیای هیدروپروکسیدهای اسیدهای چرب و کلسترول در غشای LDL می باشد (۳۴).

جدول ٦– تأثیر مکمل سازی جیره با منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E بر پاسخ سیستم ایمنی سلولی و متابولیت‌های خونی بلدرچین ژاپنی تخم‌گذار

Table 6- Effect of diet supplemented with different sources of selenium plus vitamin E on the cellular immune response and blood metabolites of Japanese quail.

جیره‌های آزمایشی[1] Experimental diets[1]	متابولیت‌های خونی Blood metabolites: کلسترول کل (میلی‌گرم/دسی لیتر) Total cholesterol (mg/dl)	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم/دسی لیتر) Total triglyceride (mg/dl)	آنتی اکسیدان (میلی مول) Antioxidants (mmol)	پاسخ سیستم ایمنی سلولی (میلی‌متر) Cellular immune response (mm): ۸ ساعت 8 (h)	۲۴ ساعت 24 (h)	۴۸ ساعت 48 (h)
شاهد Control	163.09	647.4	0.4566[b]	0.4167	0.3833[b]	0.3917
سلنیت سدیم* Sodium selenite	215.33	1101.0	0.5666[b]	0.3667	0.5750[ab]	0.2750
سلپلکس** Sel-plex	181.67	1080.0	1.1167[a]	0.4250	0.7333[a]	0.4083
سطح احتمال P-value	0.09	0.14	0.0001	0.8543	0.0680	0.5305
معیار اشتباه آزمایشی SEM	13.885	155.02	0.0336	0.0092	0.0727	0.0748

[1]در هر ستون، میانگین‌هایی دارای حروف متفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی داری هستند (P<۰/۰۵).

* شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلنات سدیم در کیلوگرم جیره غذایی

** شاهد + ۱۲۰ میلی گرم ویتامین E و ۰/٤ میلی گرم سلنیوم از منبع سلپلکس در کیلوگرم جیره غذایی

[1]Means within same column with different superscripts differ (P<0.05).

*Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet sodium selenite.

** Control plus 120 mg/kg of diet vitamin E and 0.4 mg/kg of diet Sel-plex

تأثیر گنجاندن منابع آلی و معدنی سلنیوم به همراه ویتامین E در جیره بر پاسخ سیستم ایمنی سلولی بلدرچین‌های ژاپنی تخم‌گذار در جدول ۶ آورده شده است. تجزیه داده‌ها نشان داد در زمان ۲۴ ساعت پس از تزریق فیتوهماتوگلوتینین اگر چه اختلاف بین گروه‌های آزمایشی مکمل شده با منابع مختلف سلنیوم به همراه ویتامین E با گروه شاهد معنی دار نشد اما پاسخ ایمنی در اثر افزودن سلنیوم تمایل به بهبودی داشت (p=۰/۰۶۸). پاسخ ایمنی در زمان ۴۸ ساعت پس از تزریق معنی دار نشد (p>۰/۰۵). به طور مشابه در برخی تحقیقات

با افزودن سطوح ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، اثر معنی داری را در پاسخ سیستم ایمنی دریافت نشده است (۲۶ و ۳۵). در مطالعه دیگری، که اثرات سطوح مختلف سلنیوم (۰، ۰/۵ و ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر سیستم ایمنی بلدرچین‌های ژاپنی مورد بررسی قرار گرفته، جوجه‌های دریافت کننده جیره حاوی ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم سلنیوم، بالاترین تیتر آنتی‌بادی علیه SRBC را نشان داده‌اند (۱۰). همچنین افزودن سطوح متفاوت ویتامین E به جیره مرغ مادر، موجب افزایش معنی داری در پاسخ سیستم ایمنی سلولی و هومورال شده و جیره حاوی بالاترین سطح ویتامین E پاسخ ایمنی بالاتری را نشان داد (۲۵). در بررسی مشابه دیگری، جیره غذایی حاوی ۰/۳ میلی گرم در کیلو گرم سلنیوم، اثر معنی داری بر افزایش ایمنی همورال را در مرغ گوشتی به همراه داشته است (۴۸). با توجه به نتایج تحقیقات دیگر محققان و آزمایش حاضر مبنی بر تمایل به بهبودی پاسخ ایمنی در پرنده های تغذیه شده با مکمل سلنیوم به نظر می‌رسد که سلنیوم محرک سیستم ایمنی و تکثیر لنفولیست‌های T بوده (۳۶) و سبب افزایش واکنش لنفوسیت‌ها به تحریک آنتی ژن می گردد. این مکانیسم به شدت با افزایش تعداد گیرنده‌های اینترلوکین ۲ بر روی سطح لنفوسیت‌ها در ارتباط است و برای تکثیر و تمایز سلول‌های سیتوتوکسیک حیاتی است (۶ و ۳۶). همچنین ویتامین E، سیستم ایمنی بدن را با تحریک فعالیت گلوتاتیون پروکسیداز در نوتروفیل‌ها و ماکروفاژهای جریان خون تقویت و با تحریک فعالیت لنفوسیت‌های T و فعالیت بیگانه خواری و تولید آنتی بادی‌ها بر علیه عوامل مختلف را افزایش می‌دهد.

به طور کلی نتایج آزمایش حاضر نشان داد افزودن منابع آلی و معدنی سلنیوم به همراه ویتامین E در جیره غذایی پرندگان آزمایشی تاثیری بر صفات عملکرد نداشت اما افزایش انتقال سلنیوم در زرده تخم بلدرچین و بهبود برخی خصوصیات کیفی تخم بلدرچین را به همراه داشت. همچنین تغذیه سلنیوم آلی و معدنی به همراه ویتامین E سبب بهبود اکسیداسیون چربی زرده در طول دوره نگهداری شد.

منابع

1. Abbaszadeh Mobaraki, M., and H. Aghdam Shahryar. 2015. The impact of different levels of vitamin E and selenium on the performance, quality and the hatchability of eggs from breeding Japanese quails. Iranian Journal of Applied Animal Science, 5: 927-932.
2. Ahmadian, H., Z. Nemati, A. Karimi, and R. Safari. 2019. Effect of different dietary selenium sources and storage temperature on enhancing the shelf life of quail eggs. Animal Production Research, 8: 23–33. (In Persian).
3. Ahmadi, F., and F. Rahimi. 2011. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: a review. World Applied Sciences Journal, 12: 372-384.
4. Arpasova, H., J. Weis, P. Hascik, and M. Kacaniova. 2009. The effects of sodium selenite and selenized yeast supplementation into diet for laying hens on selected qualitative parameters of table eggs. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, 42: 408-414.
5. Arthur, J. 1992. Selenium metabolism and function. Proceedings of the Nutrition Society of Australia. 17: 91-8.
6. Arthur, J. R., R. C. McKenzie, and G. J. Beckett. 2003. Selenium in the immune system. The Journal of Nutrition, 133: 1457S-1459S.
7. Attia, Y., A. Abdalah, H. Zeweil, F. Bovera, A. T. El-Din, and M. Araft. 2010. Effect of inorganic or organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some physiological traits of dual-purpose breeding hens. Czech Journal of Animal Science, 55: 505-519.
8. Bennett, D. C., and K. Cheng. 2010. Selenium enrichment of table eggs. Poultry Science, 89: 2166-2172.
9. Biswas, A., M. Ahmed, V. Bharti, and S. Singh. 2010. Effect of antioxidants on physiobiochemical and hematological parameters in broiler chicken at high altitude. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, 24: 246-249.
10. Biswas, A., J. Mohan, and K. Sastry. 2006. Effect of higher levels of dietary selenium on production performance and immune responses in growing Japanese quail. British Poultry Science, 47: 511-515.
11. Cantor, A., M. Straw, M. Ford, A. Pescatore, and M. Dunlap. 2000. Effect of feeding organic selenium in diets of laying hens on egg selenium content. Egg Nutrition and Biotechnology. JS Sim, S. Nakai, and W. Guenter, ed. CABI Publishing, New York, NY, 473.
12. Chitra, P., S. Edwin, and M. Moorthy. 2013. Dietary inclusion of vitamin E and selenium on egg production, egg quality and economics of Japanese quail layers. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 9: 51-60.
13. Choct, M., A. Naylor, and N. Reinke. 2004. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. British Poultry Science, 45: 677-683.

14. Council, N. R. 1994. Nutrient requirements of poultry. Washington, DC, National Academic Press, 42: 57-63.
15. Faustman, C., S. Specht, L. Malkus, and D. Kinsman. 1992. Pigment oxidation in ground veal: Influence of lipid oxidation, iron and zinc. Meat Science, 31: 351-362.
16. Gajcevic, Z., G.Kralik, E. Has-Schon, and V. Pavic. 2009. Effects of organic selenium supplemented to layer diet on table egg freshness and selenium content. Italian Journal of Animal Science, 8: 189-199.
17. Galobart, J., A.Barroeta, M. Baucells, R. Codony, and W. Ternes. 2001. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α-tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with ω3-fatty acids. Poultry Science, 80: 460-467.
18. Gebert, S., R. Messikommer, H. Pfirter, G. Bee, and C. Wenk. 1998. Dietary fats and vitamin E in diets for laying hens: Effects on laying performance, storage stability and fatty acid composition of eggs. Archiv fuer Gefluegelkunde.
19. Haugh, R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality. United States Egg Poultry Magazine, 43: 522-555.
20. Heindl, J., Z. Ledvinka, E. Tumova, and L. Zita. 2010. The importance, utilization and sources of selenium for poultry: a review. Scientia Agriculturae Bohemica, 41: 55-64.
21. Hidiroglou, N., G. S. Gilani, L. Long, X. Zhao, R. Madere, K. Cockell, B. Belonge, W. N. Ratnayake, and R. Peace. 2004. The influence of dietary vitamin E, fat, and methionine on blood cholesterol profile, homocysteine levels, and oxidizability of low density lipoprotein in the gerbil. The Journal of Nutritional Biochemistry, 15: 730-740.
22. Idowu, O., T. Laniyan, O. Kuye, V. Oladele Ojo, and D. Eruvbetine. 2006. Effect of copper salts on performance, cholesterol, residues in liver, eggs and excreta of laying hens. Archivos de Zootecnia, 55: 327-338.
23. Kirunda, D., and S. Scheideler. 2001. The efficacy of vitamin E (DL-α-tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. Poultry Science, 80: 1378-1383.
24. Kralik, G., Z. Gajcevic, P. Suchy, E. Strakova, and D. Hanzek. 2009. Effects of dietary selenium source and storage on internal quality of eggs. Acta Veterinaria Brno, 78: 219-222.
25. Lin, YF., H. L. Tsai, Y.C. Lee, and S. J. Chang. 2005. Maternal vitamin E supplementation affects the antioxidant capability and oxidative status of hatching chicks. The Journal of Nutrition, 135: 2457-2461.
26. Marsh, J. A., R. R. Dietert, and G. F. Combs Jr. 1981. Influence of dietary selenium and vitamin E on the humoral immune response of the chick. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 166: 228-236.
27. Martin, L. B., P. Han, J. Lewittes, J. R. Kuhlman, K. C. Klasing, and M. Wikelski. 2006. Phytohemagglutinin induced skin swelling in birds: histological support for a classic immunoecological technique. Functional Ecology, 20: 290-299.
28. Nemati, Z., K. Alirezalu, M. Besharati, S. Amirdahri, D. Franco, and J.M. Lorenzo. 2020. Improving the quality characteristics and shelf life of meat and growth performance in goose fed diets supplemented with vitamin E. Foods, 9 (6): 798.
29. Nemati, Z., H. Ahmadian, M. Besharati, S. Lesson, K. Alirezalu, R. Domínguez, and J.M. Lorenzo. 2020. Assessment of dietary selenium and vitamin E on laying performance and quality parameters of fresh and stored eggs in Japanese quails. Foods, 9 (9): 1324
30. Pappas, A. C., F. Karadas, P.F. Surai, and B.K. Speake. 2005. The selenium intake of the female chicken influences the selenium status of her progeny. Comparative Biochemistry Physiology Part B: Biochemistry Molecular Biology, 142: 465-474.
31. Payne, R., T. Lavergne, and L. Southern. 2005. Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. Poultry Science, 84: 232-237.
32. Puthpongsiriporn, U., S. Scheideler, J. Sell, and M. Beck. 2001. Effects of vitamin E and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. Poultry Science, 80: 1190-1200.
33. Qi, G. H., and J. Sim. 1998. Natural tocopherol enrichment and its effect in ω3-fatty acids modified chicken eggs. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 1920-1926.
34. Qu, X., K. Huang, L. Deng, and H. Xu. 2000. Selenium deficiency induced alterations in the vascular system of the rat. Biological Trace Element Research, 75: 119-128.
35. Qureshi, M., J. Petitte, S. Laster, and R. Dietert. 1993. Avian macrophages: contribution to cellular microenvironment and changes in effector functions following activation. Poultry Science, 72: 1280-1284.

36. Rengaraj, D., and Y. Hong. 2015. Effects of dietary vitamin E on fertility functions in poultry species. International Journal of Molecular Sciences, 16: 9910-9921.
37. Sahin, N., K. Sahin, and M. Onderci. 2003. Vitamin E and selenium supplementation to alleviate cold stress associated deterioration in egg quality and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails. Biological Trace Element Research, 96: 179-189.
38. Sarıca, S., H. Aydın, and G. Ciftci. 2017. Effects of Dietary Supplementation of Some Antioxidants on Liver Antioxidant Status and Plasma Biochemistry Parameters of Heat-Stressed Quail. Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology, 5: 773-779.
39. SAS Institute. 2009. SAS State Software. Changes and Enhancement Through Release, 8.2. SAS Institute, Inc., Cary, N.C.
40. Scheideler, S., P. Weber, and D. Monsalve. 2010. Supplemental vitamin E and selenium effects on egg production, egg quality, and egg deposition of α-tocopherol and selenium. Journal of Applied Poultry Research, 19: 354-360.
41. Serougne, C., C. Felgines, J. Férézou, T. Hajri, C. Bertin, and A. Mazur. 1995. Hypercholesterolemia induced by cholesterol or cystine enriched diets is characterized by different plasma lipoprotein and apolipoprotein concentrations in rats. The Journal of Nutrition, 125: 35-41.
42. Shahriar, H. A., M. Shivazad, M. Chamani, K. Adl, and Y. Abrahiminejad. 2008. Effects of dietary fat type and different levels of vitamin E on performance and some of eggs characters of broiler breeder. Poultry Science, p 91-91.
43. Skrivan, M., M. Marounek, G. Dlouha, and S. Sevcikova. 2008. Dietary selenium increases vitamin E contents of egg yolk and chicken meat. British Poultry Science, 49: 482-486.
44. Surai, P. F. 2002a. Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. World's Poultry Science Journal, 58: 333-347.
45. Surai, P. F. 2002b. Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham University Press Nottingham.
46. Urso, U., F. Dahlke, A. Maiorka, I. Bueno, A. Schneider, D. Surek, and C. Rocha. 2015. Vitamin E and selenium in broiler breeder diets: Effect on live performance, hatching process, and chick quality. Poultry Science, 94: 976-983.
47. Utterback, P., C. Parsons, I. Yoon, and J. Butler. 2005 .Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. Poultry Science, 84: 1900-1901.
48. Vakili, R., and M. Bahram. 2010. Effects of different dietary levels of selenium on metabolic parameters and humoral immunity in broiler chickens. Journal of Veterinary Research, 65: 329-336.
49. Zadeh adamnejad, H., J. Ghiasi, and Y. Ebrahiminejad. 2015. Effect of different levels of selenium and vitamin E on blood biochemical parameters in the Japanese quail. Veterinary Clinical Pathology, 9: 243-252 (In Persian).

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 3, Fall 2020, p. 337-349

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹، ص.۳۴۹-۳۳۷

Effect of Selenium with Vitamin E on Production Performance, Immune Response and Blood Metabolites of Laying Japanese Quail

H. Ahmadian[1]- Z. Nemati [2*]- A. Karimi[3]- R. Safari [3]- M.R. Sheeikhlou[3]- M. Besharati[3]
Submitted: 09-08-2018
Accepted: 31-05-2020

Introduction: Selenium is an essential trace element, which plays a key role in the development of reproductive performance and animal safety. This mineral is an important part of at least 25 effective proteins in a variety of physiological functions, including increased resistance to oxidative stress, DNA repair, and improvement to reproductive performance and immune function. Despite the fact that selenium requirement of birds can be met by corn-soybean meal diet, dietary sodium selenite up to a maximum level of 0.5 mg kg^{-1} is highly recommended to improve avian health and productive performance. However, interaction with other minerals, poor retention and lower deposition efficiency questioning the incorporation of sodium selenite into the diet. Vitamin E is the main antioxidant in egg yolk lipid terminating the lipid peroxidation chain by reacting with lipid peroxides and making them be stable. Diet supplementation with vitamin E could improve performance and egg quality and provided health benefits to laying hens. The positive effects of Se and vitamin E on egg production, egg quality traits has been extensively studied in laying hens, but information regarding the potential benefits of these antioxidants on the productive performance of Japanese quails is limited in literature. Thus, this study was conducted to investigate the combined effects of various sources of selenium (0.4 mg kg-1) plus vitamin E (120 mg kg-1) on performance, qualitative characteristics, immune system and blood metabolites of Japanese quails.

Materials and Methods: A total of 144 12-week-old female Japanese quails were randomly divided into three treatment groups with four replicates and twelve birds in each in a completely randomized design. The experimental treatments consisted of basal diet (with no supplementation) and two organic (sel-plex) and inorganic (sodium selenite) sources of selenium which provided 0.4 mg/kg, plus 120 mg of vitamin E per kilogram of diet. Feed intake, feed conversion ratio (FCR), egg production and quality parameters in fresh and stored eggs, cell immunity, blood cholesterol, triglyceride and total antioxidant contents were evaluated. At the end of experiment, egg yolk selenium and malondialdehyde concentrations were measured. The thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) assay with small modification was used to measure lipid oxidation. Briefly, 2 grams of homogenous yolk was mixed with 5 mL of 20 % trichloroacetic acid (TCA) and 4 mL distilled water, and homogenized for 30 s at high speed. The homogenate was then centrifuged (1000 g for 20 min) and the resulting supernatant was filtered with Whatman Filter Paper (grade no. 1). Two mL of filtrated was mixed with 2 mL of thiobarbituric acid (TBA, 0.02 M) in a test tube and heated in boiling water for 20 min. After cooling, the absorbance of the resulting solution was read with a spectrophotometer at 532 nm.

Results and discussion: The results showed that egg weight, egg laying percentage and feed conversion rate were not affected by selenium organic and inorganic sources compared to control group ($P > 0.05$). Birds receiving organic selenium along with vitamin E in their diets had low feed intake compared to other treatments and their feed conversion ratio numerically decreased and intended to significant ($p<0.1$).The organic selenium plus vitamin E improved the height of white, HU units, yolk pH, and yolk index compared to control group. Egg quality parameters including yolk

1- MSc graduate student, department of animal science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, I.R. Iran
2-Associate Prof., Department of Animal science, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, I.R. Iran.
3- Assistant Prof., Department of Animal science, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, I.R. Iran.
(*- Corresponding Author Email: znnemati@yahoo.com, znemati@tabrizu.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v12i3.74681

index and shell surf index in inorganic selenium group were significantly higher than control group (p<0.0.05). Egg yolk selenium was increased in organic and organic selenium (2.06, 1.31 mg/kg) compared to control (0.36), which is a better value from the nutritional viewpoint. Blood cholesterol and triglyceride levels were not affected by experimental diets. Concentration of yolk MDA was highest in control and lowest in organic selenium group during storage ($P < 0.05$). The result of this study showed that egg production, feed conversion ratio and total egg mass were not affected by experimental treatments. This was also observed by other researchers who evaluated the dietary inclusion of vitamin E. In another one egg quality parameters, however, egg weight was significantly raised after being fed with a diet contained 120 mg kg^{-1} of vitamin E and 0.4 mg kg^{-1} of organic selenium.

Conclusion: In conclusion, our study data revealed dietary organic selenium and vitamin E, could improve the egg quality during storage and increased egg yolk selenium of Japanese quails.

Key words: Blood metabolites, egg quality, Japanese quail, sel-plex, sodium selenite.